

# PROGRAM *MIX DESIGN* UNTUK BETON MUTU TINGGI

Purnawan Gunawan<sup>1)</sup> dan Setiono<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo), Jl. Ir Sutami 36 A Solo telp. 0271 632114

Email : [purnawan\\_g@uns.ac.id](mailto:purnawan_g@uns.ac.id), [setiono@uns.ac.id](mailto:setiono@uns.ac.id)

## Abstrak

Beton merupakan komponen utama dari bangunan teknik sipil yang terdiri atas semen, agregat kasar, agregat halus dan pasir. Karena material tersebut terbentuk secara kimiawi. Aspek proses fabrikasi sangat berpengaruh pada kualitas akhir dari beton. Untuk mendapatkan campuran yang baik, mudah dilaksanakan dan sesuai dengan kualitas yang diinginkan, maka harus melalui proses desain atau disain campuran beton. Disain campuran beton dilakukan untuk mendapatkan proporsi material beton agar sesuai dengan kualitas yang direncanakan. Banyak metode disain campuran beton yang sudah dikenal oleh para insinyur, termasuk *mix design* untuk beton dengan mutu tinggi. disain campuran beton secara umum dilakukan dengan aturan tertentu, aliran teratur dan berulang. Disain campuran beton bisa dilakukan secara manual dengan melihat tabel dan grafik referensi, tetapi sangat tidak efisien dan tidak menjamin akurasi. Hal ini menyebabkan perlunya disusun mekanisme otomatisasi proses dari disain campuran beton sehingga hasilnya akurat dan lebih cepat. Metode yang dilakukan pada riset ini adalah mempelajari literatur untuk pemodelan data dari karakteristik material pembentuk beton, tabel referensi dan grafik referensi untuk menyusun algoritma *mix design*, dimana pengembangan perangkat lunak dilakukan dengan metode *Rapid Application Development* (RAD). Penelitian ini menghasilkan perangkat lunak disain campuran beton mutu tinggi 'JTSUNS High Strength Concrete Mix Design' yang dapat mempercepat proses disain campuran beton mutu tinggi dengan akurasi yang tinggi dan mudah untuk dipergunakan.

**Kata Kunci:** beton mutu tinggi, disain campuran beton, perangkat lunak.

## Abstract

Concrete is a major component of civil structures consisting of elements of cement, coarse aggregate, fine aggregate and water. As the materials are chemically formed, then the aspect of fabrication process is very influential on the quality of the concrete result. To get a good mixture, easy to do and according to the desired quality, we need to step in design process or mix design. Mix design is performed to determine the proportion of suitable quality of concrete aggregate planned. Many mix design methods that have been well known in the world of concrete technology, including: Mix design for concrete with a strong press and high (high strength). Mix design is generally done by certain rules, a regular flow and repetitive. Mix design is performed manually by reading graphs and reference tables that is likely a lot less efficient / long, and do not guarantee its accuracy, so we need a mechanism to automate the process of mix design, the use of computer software this purpose so that the mix design process becomes more quick and guaranteed accuracy. The method is carried out in this research is to study the literature for modeling data on the characteristics of coarse aggregate, fine aggregate, water, cement, tables and graphs required in the mix design solution algorithms, while software development conducted by the method of Rapid Application Development (RAD) model is a linear process of software development with emphasis on quick development process. From this research process generated mix design software for concrete 'JTSUNS High Strength Concrete Mix Design' which can accelerate the process of mix design with a high accuracy and ease of use.

**Keywords:** high strength concrete, mix design, software.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan komponen utama struktur bangunan sipil yang terdiri atas unsur semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Sebagai material yang terbentuk secara kimiawi, maka aspek proses fabrikasi sangat berpengaruh terhadap kualitas akhir beton. Untuk mendapatkan campuran yang baik, mudah dikerjakan dan mutunya sesuai yang dikehendaki, maka dilakukan proses *mix design* (rancang campur). *Mix design* dilakukan untuk menentukan proporsi agregat penyusun beton agar dihasilkan beton yang sesuai dengan mutu yang direncanakan.

Metode *mix design* sudah cukup banyak dikenal, di antaranya: ACI 211-91, SKSNI 03-2834-2000, ROED-4, *High Strength*. Penelitian ini menitikberatkan pada *mix design* beton mutu tinggi atau *high strength* yaitu beton khusus dengan kuat tekan lebih dari 41 MPa. [1] diperuntukkan untuk struktur prategang, struktur gedung tingkat tinggi, struktur kedap air, dan struktur beton lain yang memerlukan kekuatan yang tinggi. Prosedur *mix design* dilakukan dengan aturan tertentu, alur yang teratur dan berulang. *Mix design* memerlukan pembacaan grafik dan tabel referensi yang jumlahnya cukup banyak yang apabila dilakukan

secara manual cenderung tidak efisien/lama, serta tidak terjamin keakuratannya. Oleh karena itu diperlukan suatu mekanisme untuk otomatisasi proses *mix design*, yaitu pembuatan program komputer untuk merangkai langkah-langkah *mix design* ini agar hasilnya lebih cepat dan terjamin keakuratannya. Untuk menterjemahkan proses *mix design* cara manual ke dalam lingkungan komputer diperlukan suatu pemodelan dari setiap unsur terkait sehingga dimengerti oleh program komputer terkait.

Bahasa pemrograman Delphi merupakan suatu jenis RAD (*Rapid Application Development*) untuk membangun program komputer berbasis Microsoft Windows. Delphi menyediakan semua *tool* yang diperlukan dan pustaka yang lengkap untuk keperluan membangun program komputer. Sehingga untuk membangun sebuah program komputer yang cukup rumit diperlukan sumberdaya yang minimal.

Penelitian yang dilakukan oleh tim jurusan teknik sipil FT UNS ini mencoba merumuskan bagaimana menyusun *model mix design* beton mutu tinggi dalam suatu lingkungan pengembangan *software* dan penyusunan basisdata terkait. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan gaya pemrograman terstruktur dan basisdata relasional. Paper ini menyajikan upaya menyusun model kedua hal tersebut.

## 2. RANCANG CAMPUR (*MIX DESIGN*)

Pembuatan *mix design* beton dimulai dengan perbandingan volume sederhana dari semen, pasir dan kerikil, misal 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil. *Mix design* seperti ini dikenal dalam peraturan beton bertulang Indonesia 1955. Kenyataannya hasil kuat desaknya tidak begitu memuaskan, karena hanya berdasarkan volume campuran dan tidak memperhatikan faktor kondisi lingkungan, ukuran butir dan kualitas material, kelecakan, jenis semen, dan faktor air semen (FAS). Dalam perkembangannya faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh pada mutu *mix design* beton. Perkembangan selanjutnya selanjutnya faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari *mix design* mulai diperhatikan dalam konsep *mix design* [2].

Prosedur perencanaan mutu beton secara umum terdiri atas 3(tiga) tahap. Tahap pertama adalah mengumpulkan persyaratan penggunaan struktur beton tersebut, kondisi lingkungannya, ukuran penampang agregat dan sebagainya. Dari persyaratan tersebut ditentukan tahap kedua yaitu dasar perencanaan campuran misalnya kuat rencana, *slump*, ukuran butir terbesar. Dari tahap kedua inilah sebagai dasar tahap ketiga yaitu

perhitungan komposisi penyusun beton [3]. Tahapan-tahapan tersebut dapat dipaparkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan *mix design* beton

Ada sejumlah metode perencanaan *mix design*, masing-masing mempunyai keunggulan tersendiri tergantung pada material yang dipakai dan tujuan pemakaian struktur beton tersebut. *Mix design* tersebut adalah ACI 211-91, SKSNI 03-2834-2000, ROADNOTE NO. 4 [3].

## 3. RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD) MODEL

RAD model merupakan model pengembangan software yang bersifat linier yang menekankan pada siklus pengembangan sangat pendek. RAD model merupakan adaptasi "*high speed*" dimana pengembangan cepat dilakukan dengan pendekatan berdasar pada komponen yang diperlukan [4]. Teknologi informasi pendekatan RAD model terdiri atas beberapa tahapan.

### 3.1. Business modeling

Informasi yang mengalir di antara fungsi-fungsi yang berkaitan dimodelkan sedemikian rupa hingga bias menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

- Informasi apa yang mengarahkan proses bisnis?
- Informasi apa yang hendak dihasilkan?
- Siapa yang menghasilkan informasi?
- Kemana informasi menuju?
- Siapa yang memprosesnya?

### 3.2. Data modeling

Informasi yang mengalir yang merupakan bagian dari dari tahap *business modelling* diuraikan lagi menjadi sekelompok objek data yang diperlukan untuk mendukung *business*. Atribut dari masing-masing objek diidentifikasi dan hubungan antar objek-objek ditentukan.

### 3.3. Process modeling

Objek data yang ditentukan pada tahap *data-modeling* kemudian ditransformasikan untuk mendapatkan aliran informasi yang diperlukan untuk menerapkan fungsi bisnis. Proses dimaksudkan dalam rangka *adding* (penambahan),

*modifying* (modifikasi), *deleting* (penghapusan), atau *retrieving* (pemanggilan) objek data.

### 3.4. Application generation

RAD model berasumsi pada penggunaan *tool* RAD seperti Visual Basic, Visual C++, Delphi dan lain-lain. RAD model bekerja dengan menggunakan kembali komponen yang sudah ada (ketika memungkinkan) atau membuat komponen yang bias dipergunakan berulang kali. Di dalam semua keadaan *tool* otomatis dipergunakan untuk memfasilitasi pengembangan *software*.

### 3.5. Testing dan turnover

Karena proses RAD menekankan penggunaan kembali komponen program sehingga mengurangi waktu untuk *testing* dan waktu pengembangan.

## 4. BASISDATA

Basisdata diartikan sebuah koleksi atau kumpulan data-data yang saling berhubungan (*relation*), disusun menurut aturan tertentu secara logis, sehingga menghasilkan informasi. Secara prinsip, dalam suatu basisdata tercakup dua hal pokok, yaitu **data** dan **informasi**. Data adalah fakta, baik berupa sebuah obyek, orang dan lain-lain yang dapat dinyatakan dengan suatu nilai tertentu (angka, simbol, ciri tertentu, dll). Sedangkan informasi adalah data yang telah diolah sehingga bernilai guna dan dapat dijadikan bahan dalam pengambilan keputusan.

*Database Management Sistem* atau disingkat *DBMS* adalah perangkat lunak (*software*) yang berfungsi untuk mengelola basisdata, mulai dari membuat basisdata itu sendiri, sampai dengan proses-proses yang berlaku dalam basisdata tersebut, baik berupa penambahan, pengubahan, penghapusan dan pemanggilan terhadap data. Salah satu jenis *DBMS* yang cukup dikenal pada saat ini adalah **Relational DBMS** (RDBMS), yang menggunakan prinsip relasional di dalam mengelola semua unsur yang terdapat pada basisdata. Cukup banyak perangkat lunak RDBMS ini dengan berbagai fasilitas yang dimiliki, misalnya *MySQL*, *Sybase*, *dBase*, *MS SQL*, *MS Access* dan lain-lain.

## 5. PROSEDUR PENELITIAN

### 5.1. Kegiatan Persiapan

Kegiatan persiapan dilakukan dengan mengumpulkan kepustakaan yang diperlukan baik buku-buku manual maupun situs-situs terkait di Internet, pengecekan terhadap kelaikan kondisi PC, dan instalasi *software-software* yang dibutuhkan.

### 5.2. Data Modelling dan Process Modelling

*Data modelling* merupakan proses pemodelan/penterjemahan data *properties* material beton sebagai *input mix design* dari ketiga metode tersebut di atas menjadi elemen-elemen yang saling terkait dan penentuan batasan-batasan yang harus dipenuhi ke dalam bahasa pemrograman Delphi.

Objek data yang ditentukan pada tahap *data-modelling* kemudian ditransformasikan untuk mendapatkan aliran informasi yang diperlukan untuk menerapkan fungsi bisnis. Proses dimaksudkan dalam rangka *adding* (penambahan), *modifying* (modifikasi), *deleting* (penghapusan), atau *retrieving* (pemanggilan) objek data. Proses yang terjadi direpresentasikan di dalam *flowchart* (diagram alir) maupun *hierarchy (structure) charts* (diagram hierarki), untuk kemudian dilakukan proses *coding* menggunakan *tool* dari BDS 2005 Win32, dimana pada proses ini adalah penerapan hasil pemodelan ke dalam lingkungan pengembangan *software* Delphi.

### 5.3. Pembuatan Program

Proses ini dilakukan secara berulang sampai tidak terdapat lagi kesalahan teknis pada *software* yang berupa *syntax error* (kesalahan penulisan kode program), *logical error* (kesalahan logika program) dan *runtime error* (kesalahan program karena tidak cocok dengan sistem operasi). Di dalam penyusunan program diperlukan trik-trik yang efektif sehingga dihasilkan suatu program yang baik, terhindar dari *error* dan waktu yang dibutuhkan dalam penyusunannya relatif pendek. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat penyusunan program adalah:

- Membuat program dapat bekerja saat pertama dijalankan, sehingga tidak perlu mencari kesalahan pemrograman.
- Menyusun program sederhana mungkin tanpa mengurangi fungsionalitas dan estetika/tampilan program atau membuat sedikit mungkin kode untuk menyelesaikan masalah.
- Membuat program secara *modular*, yaitu program sedapat mungkin dipecah-pecah menjadi sub-sub program yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk diperiksa kesalahannya (*debug*).
- Mempergunakan banyak *tools* untuk mengurangi banyak pekerjaan yang diperlukan untuk membuat program dan meningkatkan kemampuan hasil akhir program.
- Menuliskan dokumentasi yang lebih lengkap untuk kode program yang rumit untuk diketahui cara kerjanya secara pasti.

#### 5.4. Validasi Program

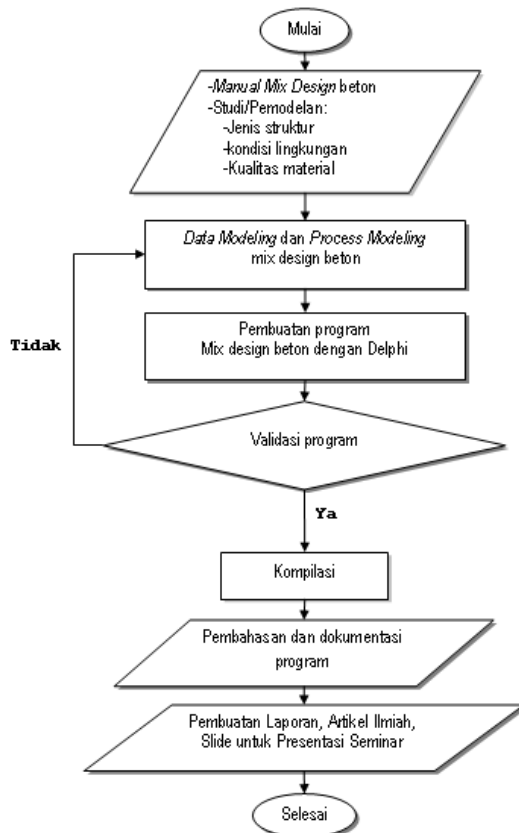
Setelah *software* tersusun dengan baik, dilakukan validasi dengan *mix design* cara manual (yang dianggap valid dan 100% benar) untuk menentukan sejauh mana perbedaan hasil dari kedua proses tersebut (menggunakan *software* dan secara manual). Jika terjadi perbedaan hasil akhir, maka dimungkinkan terjadi kesalahan pada *software*, sehingga dilakukan proses *debugging* (pencarian kesalahan pada logika program) untuk melacak kesalahan yang ada.

#### 5.5. Kompilasi

Pada tahap ini hasil penulisan kode-kode program disatukan menjadi sebuah *file* dalam format *binary* dan bersifat *executable file* (*file* yang bisa dieksekusi dan bersifat independen terhadap BDS 2005 Win32) dan siap untuk dioperasikan.

#### 5.6. Pembahasan dan Dokumentasi Program

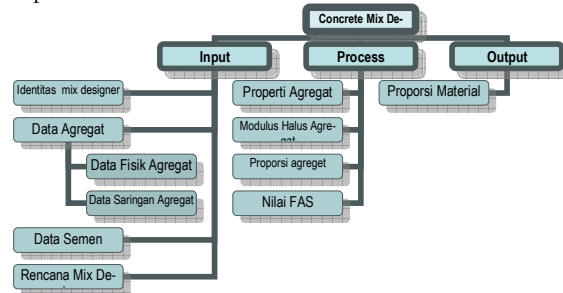
Keseluruhan proses dan hasil dari penelitian didokumentasikan untuk dilakukan pembahasan sesuai dengan tujuan dari penelitian. Selain itu juga dokumentasi yang dihasilkan akan bermanfaat untuk pengembangan ke depan yang lebih sempurna lagi.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

## 6. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam pemodelan untuk pembuatan *software* ini adalah membuat bagan struktur/hierarki program, dengan berlandaskan pada Gambar 2 di atas. Selanjutnya dari masing-masing elemen pada bagan (Gambar 3) diuraikan lebih terinci dengan menggunakan *flowchart* apabila diperlukan.



Gambar 3. Bagan struktur/hierarki program.

#### 6.1. Struktur Basisdata

Secara garis besar basisdata relasional *fixxy* yang disusun terdiri atas dua fungsi pokok: penyimpan data dan sebagai referensi.

Penyimpanan data terdiri atas **tblIdentitasProyek**, **tblDataProyek**, **tblAgregat**, **tblSaringan**. Sedangkan sebagai referensi adalah **tblRefBandingAgSemen** dan **tblRefTypeAg** dengan struktur data sebagai berikut:

Field Name	Data Type	Description
KodeProyek	AutoNumber	
NamaProyek	Text	
LokasiProyek	Text	
TglRancang	Date/Time	
PemilikProyek	Text	
Alamat	Text	
Telepon	Text	
Email	Text	
Perancang	Text	
TeleponPerancang	Text	
EmailPerancang	Text	

Field Name	Data Type	Description
KodeProyek	Number	
NamaSemen	Text	
TypeSemen	Text	
BJSemen	Number	
MutuBK	Number	
StdDev	Number	
MutuBR	Number	
MaksAgregat	Number	
JenisAgregat	Text	
BeratDenisSSDPasir	Number	
BeratDenisSSDKerikil	Number	
prop	Number	
propk	Number	
BeratDenisC	Number	
NoRef	Number	

Gambar 4. Bagan struktur database mix design

tblDataProyek : Table		
Field Name	Data Type	Description
KodeProyek	Number	
NamaSemen	Text	
TipeSemen	Text	
BJSemen	Number	
MutuBK	Number	
StdDev	Number	
MutuBR	Number	
MaksAgregat	Number	
JenisAgregat	Text	
BeratJenisSSDPasir	Number	
BeratJenisSSDKerikil	Number	
propo	Number	
propk	Number	
BeratJenisC	Number	
NoRef	Number	

tblSaringan : Table		
Field Name	Data Type	Description
KodeProyek	Number	
s40p	Number	
s20p	Number	
s10p	Number	
s4-8p	Number	
s2-4p	Number	
s1-2p	Number	
s0-6p	Number	
s0-3p	Number	
s0-15p	Number	
sisap	Number	

tblRefBandingAgSemen : Table		
Field Name	Data Type	Description
FAS	Number	
tipeSemen	Text	
tipeAg	Number	
MaksAgregat	Number	
ER	Number	
SR	Number	
R	Number	
S	Number	

tblRefTipeAg : Table		
Field Name	Data Type	script
Kode	Number	
tipeAgregat	Text	

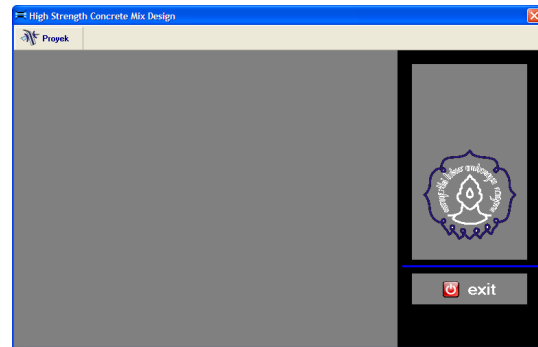
Gambar 4. Bagan struktur database *mix design*.  
(lanjutan)

## 6.2. User Interface Program

Berikut ini merupakan hasil desain *user interface* dari program yang telah dibuat. Pada dasarnya *user interface* ini terdiri lima bagian utama yaitu: identitas pengguna, data proyek, pemrosesan data agregat dan semen dan penentuan FAS dan proporsi material *mix design*.

## 6.3. Form Utama

*Form* utama merupakan pintu pertama bagi pengguna *software* ini. Berisi menu-menu untuk menuju ke *form-form* selanjutnya. Terdapat hanya satu *toolbar* untuk memudahkan pemakaiannya. Gambar 5.



Gambar 5. *Form* program *mix design*.

## 6.4. Form Identitas Perancang Mix Design

*Form* ini berfungsi untuk menampung informasi dari *mix designer* menggunakan *textbox-textbox* sebagai media untuk *input*. Selain itu juga disediakan *command button* untuk membuka *form* berikutnya. Gambar 6

Deskripsi Proyek		
Kode	1	Perancang
Nama Proyek	Pembangunan Apartemen Cempaka	Telepon
Lokasi	Jakarta	E-mail
Tanggal	19-Sep-07	
Pemilik	PT duta persada	
Alamat	Jl. Dr. Rajiman 654	
Telepon	0271632114	
E-mail		

Kode	Nama Proyek	Tanggal
1	Pembangunan Apartemen Cempaka	19-Sep-07

Tutup Lanjut>

Gambar 6. *Form* identitas perancang *mix design*.

## 6.5. Form Input Mix Design High Strength

Proses *mix design* menggunakan sebuah *form* inti (Gambar 7) dan beberapa *form* pendukung. *Form* inti berfungsi sebagai tempat membaca semua data yang diperlukan dalam proses *mix design* dengan metode ini, sedangkan *form-form* hanya untuk menyelesaikan tahap-tahap tertentu saja dari keseluruhan proses.

1::Pembangunan Apartemen Cempaka		
Beton Umur 28 hari		
Mutu Beton Karakteristik (k)	500 kg/cm <sup>2</sup>	Deviasi Standar (sd)
Mutu Beton Rencana	596 kg/cm <sup>2</sup>	
Agregat		
Ukuran Maksimum Agregat (mm)	20	Jenis Agregat Kasar
Berat Jenis SSD Pasir	2.72	Prosentase Pasir
Berat Jenis SSD Kerikil	2.5	Prosentase Kerikil
Berat Jenis Agregat Gabungan	2.56	
Semen		
Merk	Holchim	Tipe
Berat Jenis	3	
Referensi		
No. referensi	40	Nilai FAS
Workability	Rendah	Nilai Banding

<<Kembali Tutup Lanjut>>

Gambar 7. *Form* inti perhitungan *mix design*.

### 6.6. Form Hasil Saringan Pasir dan Kerikil

Hasil dari proses saringan di laboratorium di-input ke program melalui *form* ini. Gambar 8. Informasi yang dimasukkan berupa daerah asal agregat, jenis agregat dan berat tertinggal agregat berdasarkan catatan analisa saringan. Informasi untuk agregat pasir dan kerikil disediakan *form* yang berbeda tetapi fungsinya yang sama.

Gambar 8. *Form* hasil saringan agregat.

### 6.7. Form Kadar Air, Berat Satuan dan Berat Jenis Agregat

*Form* ini dipergunakan untuk membaca data yang dipergunakan untuk menghitung kadar air, berat satuan dan berat jenis agregat. Gambar 9. Berdasarkan ASTM C127 dan ASTM C128, maka data yang diisikan untuk agregat pasir dan kerikil sedikit berbeda dikarenakan perbedaan data yang harus dimasukkan.

Gambar 9. *Form* kadar air, berat satuan dan berat jenis agregat pasir.

### 6.8. Form Perhitungan Modulus Halus Butir Pasir dan Kerikil

*Form* ini dipergunakan hanya untuk menampilkan hasil perhitungan modulus halus butir pasir dan kerikil. Gambar 10.

Gambar 10. *Form* perhitungan modulus halus butir pasir dan kerikil.

### 6.9. Form Perhitungan Gradasi Campuran Pasir dan Kerikil

*Form* ini merupakan media untuk melakukan perhitungan gradasi campuran pasir dan kerikil, proporsi masing-masing fraksi dan grafik standar agregat yang sesuai dengan ukuran butiran maksimum agregat. Agar gradasi campuran masuk ke salah satu kurva yang dikehendaki, maka nilai MHB campuran diubah-ubah sampai kurva dari gradasi tersebut berhimpitan dengan kurva standar yang dikehendaki. Gambar 11.

Gambar 11. *Form* perhitungan gradasi campuran pasir dan kerikil

## 6.10. Form Hasil Perhitungan Proporsi Material Pembentuk Beton

Form ini menampilkan data yang diperlukan untuk menghitung proporsi antara agregat dan semen dengan memperhitungkan faktor-faktor ukuran agregat maksimum, jenis agregat kasar, nilai slam, FAS dan kurva gradasi campuran. Nilai proporsi yang dihasilkan dipergunakan untuk menghitung semen terpakai, kemudian secara berturut-turut air terpakai, agregat pasir dan kerikil.

The screenshot shows a software window titled "1::Pembangunan Apartemen Cempaka". It contains a "Rekapitulasi Mix Design Beton Mutu Tinggi (Umur 28 hari)" section with input fields for "Mutu Beton Karakteristik (k)" (500), "Mutu Beton Rencana" (596), "Ukuran Maksimum Agregat (mm)" (20), "Berat Jenis Agregat Gabungan" (2.56), "Prosentase Pasir" (28%), "Prosentase Kerikil" (72%), "Jenis Agregat Kasar" (batu pecah granit), "Merk" (Holchim), "Nilai FAS" (0.42), and "Workability" (Rendah). Below this, the "Proporsi 1 m3 beton" section displays calculated values: "Pasir" (438 kg), "Batu pecah" (1126.3 kg), "Semen" (516.2 kg), and "Air" (216.8 lt). A "Tutup" button is at the bottom right.

Gambar 12. Form perhitungan proporsi berat material pembentuk beton.

## 7. SIMPULAN

- Pada akhir penelitian ini dihasilkan *software* 'JTSUNS High Strength Concrete Mix Design' yang merupakan *software* alat bantu *mix design* yang menggunakan tiga alternatif metode dalam pelaksanaannya, yaitu metode SKSNI, metode ACI dan metode ROAD NOTE NO 4.
- Kesalahan yang dihasilkan adalah 0% untuk semua metode yang diterapkan, sehingga *software* ini layak untuk dipergunakan dalam praktek di lapangan.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] McCormac, J. C. and Brown, R, 2008. "Design of Reinforced Concrete", 8th Edition, Wiley & son. USA.
- [2] Tjokrodimulyo K, 1996. "Teknologi Beton". Nafitri, Yogyakarta.
- [3] Nugraha, P., 1989. "Teknologi Beton", Penerbitan Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [4] Anonym, 2006. "Software Development Life Cycle (SDLC)" <http://www.stylusinc.com>